

0- 792325

На правах рукописи

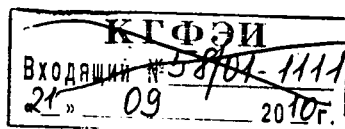
Юмина Екатерина Валерьевна

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА  
ВОЛАТИЛЬНОСТИ АКЦИЙ РОССИЙСКИХ  
КОМПАНИЙ

08.00.13 – Математические и инструментальные методы  
экономики

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Москва  
2010



Работа выполнена на кафедре «Теория вероятностей и математическая статистика» ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Научный руководитель кандидат физико-математических наук, доцент  
**Браилов Андрей Владимирович**

Официальные оппоненты доктор экономических наук, профессор  
**Росс Геннадий Викторович**

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000712567

доктор физико-математических наук  
**Романовский Михаил Юрьевич**


Ведущая организация ГОУ ВПО «Всероссийский заочный финансово-экономический институт»

Защита состоится «6» октября 2010 г. в 10-00 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 505.001.03 при ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: 125993, Москва, Ленинградский просп., д. 55, ауд. 213.

С диссертацией можно ознакомиться в диссертационном зале Библиотечно-информационного комплекса ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: 125993, Москва, Ленинградский просп., д. 49, комн. 203.

Автореферат разослан «2» сентября 2010 г. и размещен на официальном сайте ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»: <http://www.fa.ru/>

Ученый секретарь совета Д 505.001.03,  
кандидат экономических наук, доцент

 О.Ю. Городецкая

## **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы исследования.** Современный российский фондовый рынок является крупным развивающимся рынком, характеризующимся высокими темпами количественных и структурных изменений, являясь перспективной площадкой для отечественных и зарубежных инвесторов. Активизация деятельности компаний по управлению портфелями финансовых активов требует разработки новых методов анализа фондовых рынков, позволяющих получать надежные оценки ожидаемых результатов инвестиционной деятельности.

Возрастание уровня неопределенности и риска требует проводить анализ временных рядов с учетом волатильности. Особенностью фондовых рынков в России является высокий уровень доходности и волатильности. Лица, принимающие экономические и политические решения, рассматривают оценку волатильности в качестве одного из важнейших показателей нестабильности финансового рынка и всей экономики. Современный уровень развития российского фондового рынка предоставляет возможность российским эмитентам привлекать долгосрочные инвестиции не только на внутреннем рынке ценных бумаг, но и на зарубежных рынках – путем проведения публичных размещений акций через выпуск депозитарных расписок. Тенденция публичных размещений акций последних лет демонстрирует стремление самых крупных российских компаний на зарубежные фондовые биржи.

Оценка риска является характерной чертой деятельности на финансовых рынках. Банки и другие финансовые учреждения хотели бы гарантировать, чтобы стоимость их активов не падала ниже некоторого минимального уровня. Для измерения рисков в процессе инвестирования, финансовые институты часто используют основанный на волатильности показатель Value at Risk (VaR).

В связи с этим становится понятной актуальность темы, посвященной статистическим методам анализа волатильности акций российских эмитентов. Проведение комплексного анализа волатильности цен акций и депозитарных расписок российских компаний статистическими методами, выбор оптимальной модели для расчета показателя VaR представляет интерес с позиций выявления

новой информации о действии сложных механизмов фондового рынка для принятия обоснованных решений и получения наиболее точной оценки рыночного риска.

Выбор тематики, основных направлений и содержания диссертационного исследования определила объективная необходимость научного исследования поведения волатильности акций на российских и зарубежных фондовых рынках с учетом отраслевой специфики и важность корректной оценки рыночных рисков коммерческих банков с применением показателя VaR.

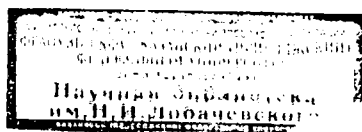
**Степень разработанности проблемы.** Проблематика анализа временных рядов и волатильности в различных аспектах исследована в работах С.С.Белякова, Е.В.Гиленко, В.В.Ермакова, А.С.Лапушкина, В.П.Носко, К.А.Ольшанского, В.А.Перепелица, О.Е.Перцовского, Е.А.Федоровой, А.Н.Ширяева, Р.Х.Узденова, В.Н.Якимкина и др.

В числе зарубежных авторов следует указать Т.Г.Андерсена, О.Е.Барндорф-Нильсена, Д.Бриллинджера, Т.Боллерслева, А.Лунде, С.Х.Пуна, Р.Ф.Стамбо, Е.Фама, С.Фиглевски, К.Р.Френча, Дж.К.Халла, Р.П.Хансена, Г.В.Шверта, Н.Шефара, Р.Ф.Энга и др.

Анализ работ указанных авторов показал, что наряду с многочисленными публикациями по указанной проблеме, имеет место противоречивость и субъективность подходов при оценке и построении прогноза волатильности, причем часто не учитывается специфика российского фондового рынка.

Российский и зарубежный рынок ценных бумаг предоставляет широкую информационную базу для глубокого и детального изучения вопросов динамики волатильности. При написании работы были изучены труды специалистов в области исследования фондовых рынков: Е.Н.Алифанова, А.Н. Буренина, В.Р.Евстигнеева, Ю.В.Лажно, Я.М. Миркина, Д.Ю.Полусурова, М.Ю.Романовского, Т.В.Струченоквой.

Несмотря на существующие публикации по вопросам исследования волатильности финансовых инструментов недостаточно проработанными остаются вопросы комплексного применения статистических методов к анализу



волатильности цен акций и депозитарных расписок российских эмитентов на биржах ММВБ, РТС и депозитарных расписок российских компаний на Нью-Йоркской (NYSE), Лондонской (LSE), Франкфуртской биржах (FSE).

Для оценки рыночных рисков в коммерческом банке применяется показатель VaR, основанный на волатильности. Вопросам оценки рыночных рисков с применением показателя VaR посвящены труды отечественных авторов, среди которых следует отметить: С.В.Замкового, А.А.Лобанова, А.В.Лукашова, В.А.Поздышева, Д.А.Пашковского, А.Ю.Середу и др.

Среди иностранных специалистов данную проблематику исследовали М.МкАлер, Ф.В.Бест, Дж.Будох, Х.П.Дойтч, П.Купиц, Х.А.Лопез, Дж.К.Халл, А.Уайт, С.Манганелли, М.Ричардсон, А.Самаждар, Р.Уайтлоу, Д.Хендрикс и др. Проблематике оценке рыночных рисков в коммерческом банке посвящен ряд Базельских документов, а также методология RiskMetrics<sup>1</sup>. Однако вопрос выбора оптимальной модели для расчета показателя VaR по ликвидным российским акциям с целью получения наиболее точной оценки рыночного риска еще не решен.

Классические методы расчета показателя VaR по акциям российских компаний, применяемые на практике в коммерческих банках, не всегда в полной мере учитывают особенности современного состояния российской экономики, кризисные явления мирового рынка. Недостаточно используются современные инструментальные средства и разработки для анализа больших массивов данных в области применения усовершенствованных методов оценки рисков. Наличие ряда нерешенных и дискуссионных вопросов биржевого и отраслевого анализа волатильности акций российских эмитентов, необходимость оптимизации оценки рыночных рисков по акциям российских компаний с учетом показателя VaR обуславливают актуальность темы исследования, предопределяя его цель, задачи и содержание.

**Целью диссертационного исследования является разработка статистических методов анализа волатильности и применение этих методов к**

---

<sup>1</sup> RiskMetrics Group. The RiskMetrics 2006 methodology. [www.riskmetrics.ru](http://www.riskmetrics.ru)

исследованию волатильности цен акций и депозитарных расписок российских компаний.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи.

- Провести анализ динамики средней по бирже волатильности ценных бумаг российских эмитентов (биржевой метод анализа).
- Осуществить сравнительный анализ биржевой волатильности российских акций на отечественных и зарубежных фондовых биржах.
- Проанализировать динамику средней по отрасли волатильности котировок акций на ММВБ (отраслевой метод анализа).
- Произвести сравнение средней отраслевой волатильности акций российских компаний и выявить наиболее и наименее волатильные отрасли.
- Разработать методы оптимизации оценки рыночного риска для наиболее ликвидных акций.
- Выработать рекомендации по расчету показателя VaR в коммерческом банке.

**Объект исследования** – волатильность цен акций и депозитарных расписок российских компаний.

**Предмет исследования** – методы анализа и статистические свойства волатильности; основанные на волатильности методики расчета показателя VaR.

**Теоретической и методологической основой** исследования послужили теоретические и методологические положения, содержащиеся в трудах российских и зарубежных авторов в области анализа волатильности финансовых инструментов и оценки рыночных рисков.

В процессе написания работы были применены следующие **методы исследования**: методы теории вероятностей и математической статистики, экономико-математического моделирования, эконометрические методы, методы экспертных оценок. Расчеты произведены с использованием компьютерных программ «Матричный калькулятор» (MatCalc) и MATLAB.

**Область исследования.** Содержание диссертационного исследования соответствует специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики.

**Информационную основу исследования** составили фундаментальные и прикладные работы отечественных и иностранных авторов по вопросам анализа волатильности и оценки рыночных рисков, материалы, публикуемые в периодических изданиях, нормативно-правовые акты Российской Федерации и Базельского комитета, информация фондовых бирж, публикуемая в открытых источниках в Интернете, котировки цен российских акций на российских и зарубежных биржах.

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в выборе и теоретическом обосновании статистических методов анализа волатильности цен акций и депозитарных расписок российских эмитентов. Новыми являются следующие научные результаты:

1. Выявлено, что распределение средневзвешенной биржевой волатильности цен акций и депозитарных расписок российских компаний хорошо аппроксимируется логарифмически нормальным законом для всех исследуемых бирж на протяжении докризисного периода, и для бирж ММВБ, РТС и FSE – на всем исследуемом интервале с 2001 по 2009 гг., что является значимым теоретическим результатом.
2. Выявлена логнормальность распределения средневзвешенной отраслевой волатильности биржи ММВБ, причем логарифм отношения отраслевой волатильности и биржевой волатильности также распределен нормально, что является важным теоретическим выводом.
3. Статистически обосновано, что средневзвешенная волатильность основных отраслей российской экономики по данным биржи ММВБ отличается незначительно, то есть отрасль не является определяющим фактором, который влияет на средневзвешенную волатильность.

4. Подтверждена адекватность применения в период кризиса GARCH(1,1)-моделей для расчета 95% VaR на основе "скользящих окон" подходящего размера, что позволяет корректно оценивать рыночный риск российских акций в кризисный период.
5. В результате статистического анализа ряда моделей рыночного риска выявлено, что наиболее устойчивой методикой для расчета показателя 95% 1-day VaR является методика, основанная на модели GARCH(1,1)-t при оценке ее параметров по скользящему окну длиной 200-250 дней.

#### **Теоретическая и практическая значимость исследования.**

Теоретическая значимость научных результатов заключается в том, что основные положения и выводы диссертации развивают теоретико-методологическую базу исследования волатильности цен акций, способствуют решению прикладных задач на основе статистического анализа.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что полученные в диссертации выводы по результатам биржевого и отраслевого анализа волатильности акций российских компаний, построенные модели для расчета показателя VaR могут применяться в коммерческом банке при управлении фондовыми и отраслевыми рисками клиентов банка, при формировании торгово-инвестиционных портфелей юридических лиц – клиентов банка, для практических приложений в области измерения, контроля и управления риском, а именно: для оценки, мониторинга и контроля рыночного риска банка, связанного с владением акциями российских компаний.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при обучении и повышении квалификации специалистов в области риск-менеджмента при оценке, управлении и контроле рыночных рисков.

Практическое значение имеют:

- методика комплексного статистического анализа волатильности цен акций российских компаний при детальном биржевом и отраслевом анализе волатильности;



методика расчета показателя VaR для оптимальной оценки рыночного риска акций в коммерческом банке.

**Апробация и внедрение результатов исследования.** Основные положения и результаты исследования были изложены и обсуждены на следующих конференциях и семинарах: «круглый стол» для аспирантов «Российский финансовый рынок и его роль в инновационном развитии экономики» (Москва, 2008), по результатам опубликован обзор в журнале «Банковские услуги» №7 за июль 2008 г., «круглый стол» для аспирантов «Роль финансовой, банковской и валютной систем в инновационном развитии экономики» (Москва, 2009), по результатам опубликован обзор в журнале «Финансовая аналитика: проблемы и решения» №9 за сентябрь 2009 г., VI Международная научная конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Молодежь и экономика» (Ярославль, 2009), Семинар «Статистический анализ финансовых рынков» (Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации. Москва, 2007), Семинар «Статистический анализ финансовых рынков» (Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации. Москва, 2009), XI Всероссийский симпозиум по прикладной и промышленной математике (Кисловодск, 2010).

Результаты исследования нашли практическое применение в ООО «Альбион-Финанс», ОАО «Промсвязьбанк» и используются для проведения сравнительного анализа с результатами, полученными традиционными методами, при оценке, мониторинге и контроле рыночного риска в части российских акций.

Материалы исследования используются кафедрой «Теория вероятностей и математическая статистика» ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» при проведении семинаров «Статистический анализ финансовых рынков». Внедрение результатов исследования в указанных организациях подтверждено соответствующими документами.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 4 печатные работы общим объемом 2,0 п.л., из них авторский объем составляет 2,0 п.л. В том числе 3 статьи опубликованы в журналах, определенных ВАК.

**Структура и объем работы.** Структура диссертации обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 70 наименований, и 4 приложений.

Диссертация включает 28 рисунков, 35 таблиц, 43 формулы. Общий объем работы составляет 160 страниц.

## **II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**1. Проведен биржевой анализ волатильности цен акций и депозитарных расписок российских эмитентов по данным более трехсот компаний, двух российских и трех зарубежных фондовых бирж.**

Анализ исторической волатильности акций и депозитарных расписок российских компаний на биржах ММВБ, РТС, NYSE, LSE и FSE произведен на интервале с 2001 по 2009 годы. Поскольку расчет волатильности имеет смысл только для достаточно ликвидных бумаг, при расчете средней волатильности по бирже учитывались ценные бумаги, по которым в течение года было не менее 180 торговых дней (в течение квартала – не менее 45, в течение месяца – не менее 15). Эмпирическая волатильность вычисляется на основе цены последней сделки, зарегистрированной в конце торгового дня, и определяется как стандартное отклонение дневной логарифмической доходности, умноженное на квадратный корень из количества операционных дней в году.

Позитивная динамика развития рынка российских ценных бумаг в 2001 – 2009 гг. иллюстрируется увеличением числа ликвидных ценных бумаг на биржах: NYSE – с 3 до 5, FSE – с 3 в 2001 г. до 22 в 4 квартале 2006 г., LSE – с 5 в 2001 г. до 26 во 2 квартале 2008 г., РТС – с 8 в 2001 г. до 18 в 3 квартале 2008 г., ММВБ – с 10 в 2001 г. до 176 в 4 квартале 2009 г.

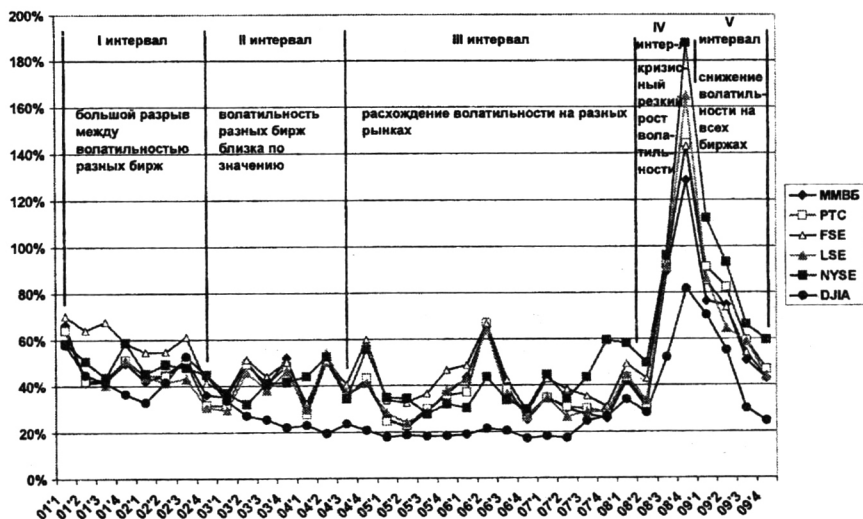
Динамика роста российского фондового рынка в 2001 – 2009 гг. представлена увеличением объемов торгов российскими акциями на всех биржах (см. табл. 1). Объем торгов российскими акциями на ММВБ за 2001 – 2007 гг.

увеличился в 29 раз и достиг 523 млрд. долларов в год, на зарубежных фондовых биржах за 2001 – 2008 гг. объем торгов депозитарными расписками российских акций вырос на LSE в 55 раз, на NYSE – в 68 раз. Несмотря на небольшое число российских компаний, депозитарные расписки которых (ADR) торгуются на Нью-Йоркской фондовой бирже, суммарные объемы торгов по ним сопоставимы с суммарными оборотами по ликвидным бумагам на других биржах (см. табл. 1).

**Таблица 1.** Динамика объемов торгов российскими акциями и депозитарными расписками на ММВБ, РТС, NYSE, LSE и FSE в 2001 – 2009 гг., млрд. долл.

Рынок	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ММВБ	18,2	26	55,2	74,0	92,4	362,2	523,4	468,2	412,6
РТС	3,2	3,5	4,2	4,7	7,1	15,4	14	9,6	2,4
NYSE	1,4	3,3	7,8	24,5	21,9	28,8	61,7	94,9	46,2
LSE	3,9	9,7	8,9	16,6	28,8	87,3	166,7	214	77,7
FSE	0,1	0,2	0,6	1	1,3	2,8	3,5	2,7	1,2

При расчете средней волатильности по бирже применялась медиана и взвешенная по объемам торгов средняя волатильность.



**Рис.1.** Динамика квартальной средневзвешенной волатильности по рынкам ММВБ, РТС, FSE, LSE, NYSE и индексу Доу-Джонса за 2001 – 2009 гг.

С 2001 по 2007 годы годовая средневзвешенная волатильность на Франкфуртской бирже выше (36,8%–66,5%), чем на Лондонской (29,6%–44,4%), ММВБ (28,5%–51%), РТС (29,2%–50,5%) и Нью-Йоркской (32,3%–53%).

При анализе квартальной средневзвешенной волатильности за год по рынкам выделяются пять периодов, в течение которых волатильность разных бирж близка по значению, либо отличается (рис. 1).

Исследования показывают, что в период роста экономики России зависимость конъюнктуры российского рынка акций от американского фондового рынка достаточно слабая. Однако в кризисные периоды, когда возрастает волатильность российского рынка под влиянием экономических и политических событий, взаимосвязь динамики российского и американского рынков акций усиливается<sup>2</sup>. Этот факт подтверждает рис. 1, отражающий разнонаправленные тенденции российского рынка и американского, представленного индексом DJIA, в спокойный период и однонаправленные тенденции в кризисный период.

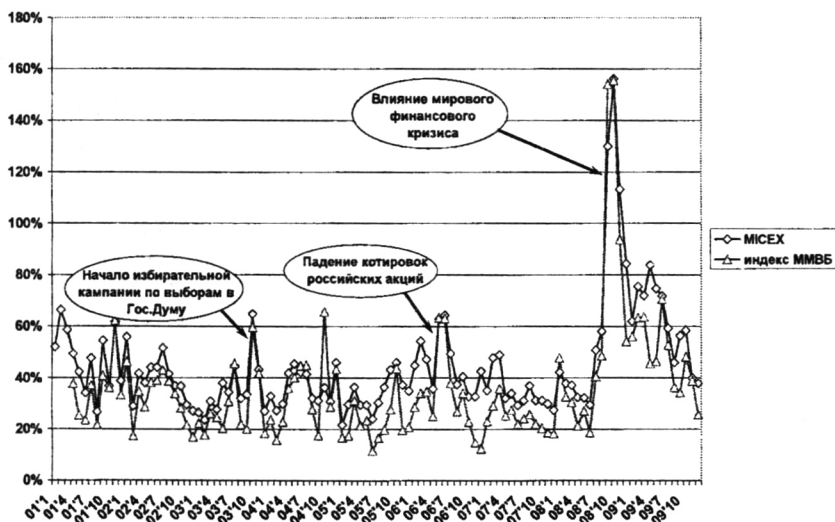


Рис.2. Медианная волатильность ММВБ и волатильность индекса ММВБ

<sup>2</sup> Алифанова Е. Н. Институциональное развитие российского фондового рынка в условиях финансовой глобализации. Монография – Ростов-на-Дону, 2005.

Анализ месячной медианной волатильности позволяет провести аналогию с некоторыми политическими и экономическими событиями в России и в мире (рис. 2). Волатильность индексов ММВБ и РТС ниже волатильности данных рынков в целом (рис. 2).

**2. Выявлено, что распределение средневзвешенной биржевой волатильности цен акций и депозитарных расписок российских компаний хорошо аппроксимируется логарифмически нормальным законом для всех исследуемых бирж на протяжении докризисного периода, и для бирж ММВБ, РТС и FSE – на всем исследуемом интервале с 2001 по 2009 гг.**

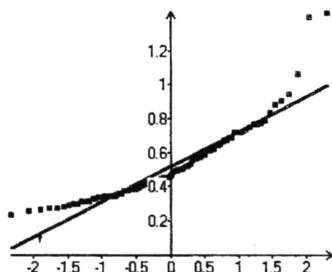
Проверка гипотезы о нормальном распределении волатильности, логарифма волатильности и квадрата средневзвешенной волатильности бирж ММВБ, РТС, FSE, LSE, NYSE на интервале с 2001 по 2009 гг. проводится с помощью стандартных средств MATLAB. Гипотеза о логнормальном распределении биржевой волатильности на интервале 2001 – 2009 гг. подтвердилась для трех бирж из пяти (ММВБ, РТС, FSE). При рассмотрении докризисного периода с 2001 г. по июль 2008 г. гипотеза о логнормальном распределении биржевой волатильности подтвердилась для всех пяти бирж.

Логнормальность средневзвешенной биржевой волатильности иллюстрируется квантильной диаграммой (рис. 3 – 4), на которой по горизонтальной оси откладываются квантили стандартного нормального распределения  $N(0,1)$  с параметрами 0 и 1, по вертикальной оси – квантили эмпирического распределения рассматриваемой модификации волатильности. В случае «хорошего» согласия эмпирического распределения с теоретическим множество точек  $(Q_p, \hat{Q}_p)$  должно быть сконцентрировано около прямой линии.

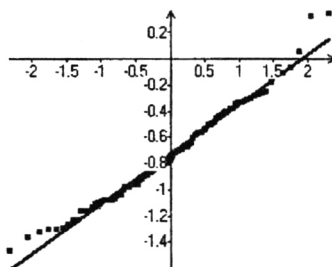
На рис. 3 – 4 изображены квантильные диаграммы волатильности и логарифма средневзвешенной волатильности FSE за период с 2001 по 2009 гг.

При сравнении представленных квантильных диаграмм видно, что график логарифма средневзвешенной биржевой волатильности (рис. 4) наиболее приближен к прямой линии, в отличие от графика

средневзвешенной биржевой волатильности, где наблюдается значительное рассеивание вокруг прямой.



**Рис.3.**  $Q\hat{Q}$ -график волатильности биржи FSE



**Рис. 4.**  $Q\hat{Q}$ -график логарифма волатильности биржи FSE

Результат работы функции `lillietest` пакета MATLAB и приведенная иллюстрация квантильных диаграмм для модификаций биржевой волатильности подтверждает вывод о том, что на интервале 01.01.2001г. – 31.12.2009г. логарифмы средневзвешенной волатильности бирж ММВБ, РТС и FSE распределены нормально.

**3. Проведен отраслевой анализ волатильности по данным отраслевых индексов ММВБ, РТС и ФК УРАЛСИБ, проанализирована средняя по отрасли волатильность отдельных акций биржи ММВБ, участвующих в расчете отраслевых индексов.**

Современный российский фондовый рынок является крупным развивающимся рынком. Он характеризуется высокими темпами количественных и структурных изменений<sup>3</sup>, что объясняет особую актуальность отраслевого анализа волатильности как российских фондовых индексов, характеризующих рынок в целом, так и отдельных ценных бумаг, обращающихся на этом рынке. Анализ эмпирической волатильности отраслевых индексов ММВБ, РТС и УРАЛСИБ произведен за период с 2007 по 2009 гг. в

<sup>3</sup> НАУФОР. Российский фондовый рынок и создание международного финансового центра. Москва, 2008.

секторах Металлургия, Нефть и газ, Электроэнергетика, Телекоммуникации, Потребительские товары и розничные услуги, Промышленность, Финансы.

Основные выводы анализа волатильности отраслевых индексов (рис. 5):

- волатильности различных отраслевых индексов на спокойных временных участках находятся примерно на одном уровне;
- резкий всплеск волатильности, возникший осенью 2008 года под влиянием мирового экономического кризиса, пошел на убыль в ноябре-декабре 2008 года, продолжая снижаться в 2009 году;
- наиболее волатильными отраслями с точки зрения анализа отраслевых индексов являются отрасли «Нефть и газ» и «Металлургия»;
- отраслевые индексы УРАЛСИБ имеют большую волатильность по сравнению с отраслевыми индексами бирж ММВБ и РТС.



**Рис. 5.** Волатильность отраслевых индексов биржи ММВБ

Поскольку фондовая биржа ММВБ занимает лидирующее положение по объему сделок с акциями российских эмитентов, для этой биржи помимо волатильности отраслевых индексов исследуется средняя по отрасли волатильность отдельных акций, входящих в отраслевые индексы (отраслевая





- сентябрь 2006 – август 2008 г.: спокойный период без больших всплесков волатильности при колебании вокруг уровня в 25%;
- сентябрь 2008 – декабрь 2008 г.: значительный всплеск волатильности под влиянием мирового финансового кризиса с максимальными значениями отраслевой волатильности в октябре 2008 г.
- январь 2009 – декабрь 2009 г.: период с большими колебаниями волатильности при снижении общего тренда и постепенном возвращении к докризисным значениям волатильности.

Отраслевая волатильность на бирже ММВБ (2005 - 2009 гг.)

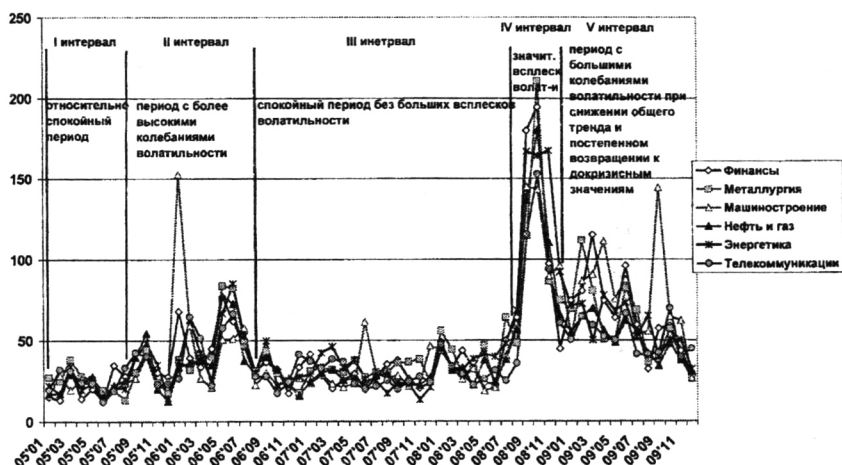


Рис. 7. Отраслевая волатильность на бирже ММВБ

4. Выявлена логнормальность распределения средневзвешенной отраслевой волатильности биржи ММВБ, причем логарифм отношения отраслевой волатильности и биржевой волатильности также распределен нормально.

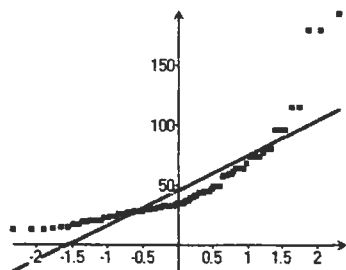
Проверка гипотезы о нормальном распределении волатильности, логарифма волатильности и квадрата волатильности для различных отраслей российской экономики по данным биржи ММВБ на интервале с 2005 по 2009 гг. осуществляется с помощью стандартных средств MATLAB. Гипотеза о

логнормальном распределении отраслевой волатильности при доверительном уровне 5% подтвердилась для пяти отраслей из шести (за исключением отрасли «Машиностроение»).

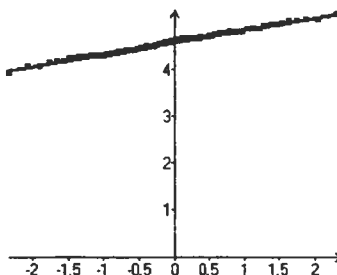
Отрасль «Машиностроение» выделяется на фоне остальных отраслей российской экономики. Данный факт отражен в больших колебаниях волатильности данной отрасли, наименьшем объеме торгов среди всех отраслей, не подтверждением гипотезы о логнормальном распределении волатильности машиностроительной отрасли ввиду плохой текущей ситуации в этой отрасли.

Дополнительно была проведена проверка гипотезы о нормальном распределении логарифма отношения и разности волатильности отраслей и волатильности рынка (средневзвешенной по объему торгов за месяц) по данным биржи ММВБ за период с 01.01.2005 по 31.12.2009 при помощи процедуры MATLAB. В результате чего, гипотеза о логнормальном распределении отношения отраслевой волатильности и биржевой волатильности ММВБ при доверительном уровне 5% подтвердилась для пяти отраслей из шести (за исключением отрасли «Телекоммуникации»).

Квантильные диаграммы логарифма отношения и разности волатильности отрасли «Финансы» и волатильности рынка ММВБ за период с 01.01.2005 по 31.12.2009 представлены на рис. 8 – 9.



**Рис. 8.** QQ-график разности волатильности отрасли Финансы и рынка ММВБ



**Рис.9.** QQ-график логарифма отношения волатильности отрасли Финансы и рынка ММВБ

Приведенная иллюстрация квантильных диаграмм свидетельствует о хорошем согласии с нормальным именно распределения логарифма отношения волатильности отраслей и волатильности рынка по данным биржи ММВБ на интервале с 2005 по 2009 гг., поскольку  $QQ$ -график на рис. 9 наиболее приближен к прямой линии.

**5. На основе проверки статистической гипотезы выявлено, что средневзвешенная волатильность основных отраслей российской экономики по данным биржи ММВБ отличается незначительно.**

Для теоретической проверки факта незначительного отличия волатильности различных отраслей проверяется факт равенства нулю математического ожидания разности двух рядов логарифмов волатильности отраслей биржи ММВБ. Как видно из таблицы 2, большинство пар отраслей характеризуется достаточно большим  $P$ -значением, что и подтверждает равенство математических ожиданий.

**Таблица 2. Наблюдаемые  $P$ -значения**

Отрасль 1	Отрасль 2	PValue
Финансы	Металлургия	0,5372
Финансы	Машиностроение	0,9215
Финансы	Нефть и газ	0,0434
Финансы	Энергетика	0,6796
Финансы	Телекоммуникации	0,1201
Металлургия	Машиностроение	0,7073
Металлургия	Нефть и газ	0,0003
Металлургия	Энергетика	0,8660
Металлургия	Телекоммуникации	0,0261
Машиностроение	Нефть и газ	0,1266
Машиностроение	Энергетика	0,8002
Машиностроение	Телекоммуникации	0,1561
Нефть и газ	Энергетика	0,0031
Нефть и газ	Телекоммуникации	0,9328
Энергетика	Телекоммуникации	0,0180

Таким образом, несмотря на значительные колебания (особенно в период кризиса см. рис. 7), волатильность различных отраслей в каждый момент времени находится примерно на одном уровне.

**6. Подтверждена адекватность применения в период кризиса GARCH(1,1)-моделей для расчета 95% VaR на основе "скользящих окон" подходящего размера.**

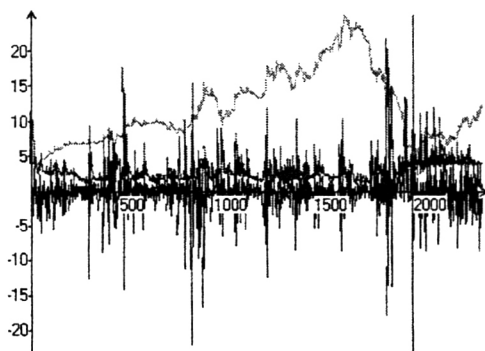
Расчет показателя VaR производится на основе дневных котировок по закрытию ряда наиболее ликвидных ценных бумаг российских компаний за период с 2003 по 2009 гг. Данный период был выбран в соответствии с недавно опубликованным базельским документом<sup>4</sup>, в котором рекомендуется строить модель на исторических данных длиной как минимум 3 года, включая кризисный период длиной 1 год. Для исследования были отобраны: 10 акций, торгуемых на ММВБ, и 12 депозитарных расписок, торгуемых на NYSE, LSE и FSE. Все эти бумаги в каждом календарном году имели не менее 240 торговых дней. Названия компаний – эмитентов указанных ценных бумаг приведены в таблице 3.

**Таблица 3. Список компаний, акции которых имели не менее 240 торговых дней в году с 2003 по 2009 гг.**

Биржа	Сокращенное название компании
ММВБ	Аэрофлот
ММВБ	Газнефть
ММВБ	ИнформСист
ММВБ	Иркутскэнерго
ММВБ	Лукойл
ММВБ	Мосэнерго
ММВБ	Норникель
ММВБ	Ростелеком
ММВБ	Сургутгаз
ММВБ	Татнефть
NYSE	ВБД
NYSE	Вымпелком
NYSE	МТС
NYSE	Ростелеком
LSE	Газпром
LSE	Лукойл
LSE	Норникель
LSE	Сургутгаз
FSE	Вымпелком
FSE	Газнефть
FSE	Газпром
FSE	Сургутгаз

<sup>4</sup> Basel Committee on Banking Supervision. Strengthening the resilience of the banking sector. Consultative document, December 2009, p. 80. (p. 40).

Расчет VaR осуществляется путем вычисления 95% квантили оцененного по выборке условного распределения регрессионных остатков. Для прогноза волатильности применяется GARCH(1,1)-модель с остатками, распределенными по нормальному закону и по закону Стьюдента в среде MATLAB с использованием специальных процедур GARCH-toolbox. GARCH-модель строилась на основе скользящего окна длиной 60, 100, 125, 150, 180, 200, 225, 250, 300, 400, 500 дней.



**Рис. 12.** Показатель 1-day 95% VaR (средняя линия) на фоне реальных потерь (нижняя линия) для акций компании «Аэрофлот» биржи ММББ, рассчитанный на основе GARCH(1,1)-модели с 200-дневным скользящим окном, доля пробитий 4,9%.

Вопреки распространенному представлению, что во время кризиса классические модели VaR не эффективны<sup>5</sup>, проведенное тестирование GARCH-моделей VaR для акций российских компаний показало их хорошую адекватность, поскольку кризисный период 2008 – 2009 гг. был включен в интервал расчета VaR с 2003 по 2009 гг. В соответствии с инструкцией Базельского комитета<sup>6</sup> в результате проверки точности оценок показателя VaR в

<sup>5</sup> Барбаумов В.Е., Рогов М.А., Щукин Д.Ф., Ситникова Н.Ю., Бурков П.В., Тихомиров С.Н., Лобанов А.А., Замковой С.В., Шпрингель В.К., Голембиовский Д.Ю. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. М.: Альпина Паблишер, 2003, 786 с. (с. 247).

<sup>6</sup> Basel Committee on Banking Supervision. Supervisory framework for the use of “backtesting” in conjunction with the internal models approach to market risk capital requirements, January 1996, p. 15.

прошлом путем проведения процедуры «обратного тестирования» (backtesting) доли дней, в которые реальные потери превысили («пробили») 1-дневный VaR и 10-дневный VaR оказались равны примерно 5% (рис. 12). Полученный результат подтверждает корректность применения основанной на GARCH(1,1)-модели методики расчета показателя VaR в кризисный период.

Результаты вычислений долей «пробитий» реальными потерями показателя 1-дневного VaR, вычисленного по модели GARCH(1,1)-t для соответствующей длины скользящего окна и по данным ценных бумаг ликвидных компаний, представленных на биржах ММВБ, NYSE, LSE и FSE, приведены в таблице 5.

**Таблица 5. Зависимость доли «пробитий» от длины скользящего окна при расчете 1-day VaR по модели GARCH(1,1)-t, %**

Биржа / Компания	Длина скользящего окна, дней										
	60	100	125	150	180	200	225	250	300	400	500
ММВБ.Аэрофлот	5.8	4.8	5.1	5.1	5.3	4.9	5.1	5.3	5.4	5.8	6
ММВБ.Газпром	5.4	5.4	5.3	5.3	5.1	4.8	4.7	5.0	5.1	5.3	4.7
ММВБ.ИнформСист	5.2	5.2	5.1	5.0	4.6	4.8	4.7	4.8	4.7	4.5	4.8
ММВБ.Иркутскэнерго	5.2	5.1	4.9	4.8	4.7	4.8	4.8	4.9	5.1	4.8	4.7
ММВБ.Лукойл	5.3	5.2	5.2	5.5	5.1	4.9	4.8	5.0	5.3	4.7	4.7
ММВБ.Мосэнерго	6.2	6.3	6	6.5	6.3	6.1	6.1	6.3	6.6	6.8	6.9
ММВБ.Норникель	5.5	5.4	5.1	4.9	4.9	4.9	5.1	5.4	5.4	5.1	5.2
ММВБ.Ростелеком		5.1	4.5	5.0	4.7	4.3	4.3	4.5	4.6	4.2	4.2
ММВБ.Сургутгаз	5.1	5.1	4.9	4.9	4.9	4.7	4.7	4.7	4.8	4.7	4.7
ММВБ.Татнефть		5.2	5.2	5.3	5.3	4.9	5.1	5.3	5.2	5.2	5.1
NYSE.ВБД	5.2	4.9	4.8	5.0	4.9	4.7	4.8	4.8	5	4.7	4.7
NYSE.Вымпелком	4.6	4.3	4.3	4.2	4.4	4.4	4.5	4.5	4.7	4.2	4.4
NYSE.MTC	4.9	4.5	4.8	4.6	4.7	4.7	4.6	4.7	4.8	4.5	4.4
NYSE.Ростелеком	5.6	4.7	5.4	4.9	5.2	5.3	5.1	5.2	5.5	4.6	4.8
LSE.Газпром		4.9	5.1	4.7	4.8	5.1	4.7	5.2	5.3	4.9	5.2
LSE.Лукойл	6.1	5.2	5.3	5.2	5	4.9	4.8	5.0	5.1	4.9	4.4
LSE.Норникель	5.8	5.5	5.4	5.1	5.2	5.2	5.2	4.9	5.3	5	5
LSE.Сургутгаз	5.2	5.1	5.1	5.0	5.2	5.2	4.8	5.1	5.5	5.1	5.1
FSE.Вымпелком	4.6	4.8	5	4.9	4.8	4.7	4.6	4.6	4.4	4.6	4.2
FSE.Газпром		6.2	6.1	5.9	5.6	5.5	5.6	5.6	5.8	5.3	5.3
FSE.Газпром	5.1	4.9	4.7	4.7	4.8	4.7	4.5	4.7	4.7	4.3	4.4
FSE.Сургутгаз	5.3	5.1	5.3	5.3	5.6	5.6	5.3	5.6	5.7	5.5	5.5
Средняя доля пробитий по всем тикерам, %	5.34	5.13	5.12	5.08	5.05	4.96	4.90	5.04	5.18	4.94	4.93
CKO	44.2%	45.5%	41.1%	45.4%	41.5%	40.4%	40.3%	43.0%	48.8%	58.6%	62.4%

**7. Выбрана оптимальная (наиболее устойчивая) методика для расчета показателя 95% 1-day VaR по акциям российских компаний. Данная методика основана на применении модели GARCH(1,1)-t с оценкой параметров по скользящему окну длиной 200-250 дней.**

В таблице 5 для каждого варианта расчета VaR представлен расчет средней доли пробитий по всем тикерам и среднеквадратичное отклонение в выборке по компаниям. Исходя из анализа таких таблиц для 1-дневного и 10-дневного VaR, рассчитанного с помощью моделей GARCH(1,1)-t и GARCH(1,1) с остатками, распределенными нормально, были замечены следующие эффекты:

1) с увеличением длительности скользящего окна абсолютное отклонение от 5% доли «пробитий» для нормального распределения имеет тенденцию к увеличению, тогда как для распределения Стьюдента такая тенденция отсутствует;

2) в случае распределения Стьюдента стандартное отклонение долей «пробития» примерно в 3 раза больше для 10-дневного VaR, чем для 1-дневного VaR (для 1-дневного VaR  $\sigma \approx 0,5\%$ , для 10-дневного VaR  $\sigma \approx 1,5\%$ );

3) для 200-дневного скользящего окна во всех четырех комбинациях длительности VaR и вида распределения остатков среднеквадратичное отклонение доли «пробитий» является наименьшим.

Представленные наблюдения позволяют сделать вывод о предпочтительности использования GARCH(1,1)-t модели волатильности и 200-250-дневного скользящего окна для расчета 1-дневного VaR. Данный вывод подтверждается путем вычисления средней функции абсолютных отклонений рассчитанного VaR от реально произошедших потерь, которая оказалась минимальной для этой модели волатильности. В связи с чем модель волатильности GARCH(1,1)-t с применением скользящего окна длиной 200-250 дней рекомендуется использовать для расчета 1-дневного VaR по акциям российских компаний.

Таким образом, в ходе диссертационного исследования были разработаны биржевой и отраслевой методы анализа волатильности, на основе которых получен ряд теоретических результатов о статистических свойствах волатильности акций и депозитарных расписок российских компаний. Предложенная в работе методика расчета показателя 95% 1-day VaR может быть использована в коммерческом банке для оценки рыночного риска по акциям российских компаний.

**Основные положения диссертации и результаты исследования отражены в следующих публикациях:**

1. Юмина Е.В. Анализ волатильности отраслей российской экономики [текст] / Е.В. Юмина // Банковские услуги.\* – М., 2009. - №11. - С. 17-26. – 0,8 п.л.
2. Юмина Е.В. Статистический анализ дневных максимумов мировых фондовых индексов и цен российских акций [текст] / Е.В. Юмина // Математические методы анализа финансовых временных рядов: Сборник научных статей / Под ред. В.Б. Гисина и А.Б. Шаповала. Вып. 2. – М.: Финакадемия, 2009. - С. 78-87. – 0,6 п.л.
3. Юмина Е.В. Проверка адекватности метода расчета VaR в кризисный период [текст] / Е.В. Юмина // Обзорение прикладной и промышленной математики.\* – М., 2010. - Том 17, Выпуск 2. - С. 318-319. – 0,1 п.л.
4. Юмина Е.В. Статистический анализ биржевой волатильности [текст] / Е.В. Юмина // Вестник экономической интеграции.\* – М., 2010. - №3 (23). - С. 119 -124. – 0,5 п.л.

\*статьи в изданиях, определенных ВАК









10.2